

長崎市浦上貯水池におけるプランクトン の大量発生と水質との関係*

森井秀昭・金津良一・福原忠信

Relation between Blooming of Phytoplanktons and Water Ingredients in Urakami Reservoir in Nagasaki City

Hideaki MORII, Ryoichi KANAZU and Tadanobu FUKUHARA

We studied conditions of Urakami Reservoir in Nagasaki City in relation to the heavy growths of phytoplanktons, from spring to autumn in 1968. The results may be summarized as follows :

1) In the incomplete summer stratification, a heavy growth of *Synedra* sp. and *Fragilaria* sp. was observed, when many various salts diffused intermittently from the bottom layer along with daytime variation of water temperature. During this period, calcium ion decreased rapidly.

2) Just after a heavy rain in the complete summer stratification, *Microcystis* sp. developed almost exclusively in great quantity with the increase of the sun light, and then various salts were rich in whole layers. It was assumed that the salts had originated from depot salts in the bottom layer.

3) In the complete summer stratification, *Chlorella* sp. developed exclusively in great quantity during certain periods, when convection was observed throughout whole layers and salts were supplied by the convection from the bottom layer. During these periods, chlorinity decreased rapidly.

4) In the whole autumn circulation, salts were supplied to whole layers by convection from the bottom layer, but heavy growth of phytoplanktons was not recognized probably due to the shortage of sun light.

長崎市浦上貯水池では春季循環期以降, 夏季停滞期における集中豪雨後および秋季全循環期以降に各種の塩類が急激に増加すること, また日射量の増加にもなって各種のプランクトンが大量に発生し, プランクトンの優占または単相化の状態が認められることなどを前報¹⁾²⁾で述べたが, 今回はこれら塩類の供給状況および供給にともなうプランクトンの発生状況などを調べた。

* この報告の一部は1969年度の日本水産学会秋期大会で発表した。

実験方法

1968年の春季から秋季にかけて、夏季不完全停滞期、夏季完全停滞期における集中豪雨直後、夏季完全停滞期および秋季全循環期のプランクトンが大量に発生している時期に調査を行なった。

採水方法：貯水池の取水口付近で表層、1 m層、2 m層および以下底層まで2 m間隔で北原式採水器を用い、4時間々隔に採水した。

測定項目および方法：水深、水温、pH値、溶存酸素、酸度、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、磷酸塩、珪酸塩、可溶性鉄、カルシウム、マグネシウム、塩素イオン、プランクトン数

測定方法は前報¹⁾と同様であるが、可溶性鉄については P. COLLINS ら³⁾の方法に従い濾過を行なわず原水のまま分析した。またプランクトン数は表層と1 m層の平均値をとった。

結果および考察

1. 夏季不完全停滞期における水質とプランクトンとの関係

Fig. 1 に5月26日から6月2日にかけてのプランクトン数を示す。またFig. 2 ~12に、それぞれ水温、pH値、溶存酸素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、磷酸塩、珪酸塩、可溶性鉄、カルシウムおよびマグネシウムの垂直分布を示す。

Fig. 1 に示すように、5月26日から6月2日にかけてプランクトン数は徐々に増加し、調査期間の5月29日から6月1日のうち、とくに5月31日から6月1日にかけてその数が急激に増加した。この時期のプランクトンは大部分珪藻類で、またそのほとんどすべてが *Synedra* sp. と *Fragilaria* sp. であった。

Fig. 2 に示すように、水温は日中に約8 m付近まで上昇し、夜間では8 m以深で増加する。すなわち、この時期には全層におよぶ対流が行なわれていることがわかる。とくにプランクトン数が急激に増加した前日、すなわち5月30日から31日にかけて大きな対流が行なわれていることがわかる。またプランクトン数が急激に増加した5月31日には水温が急激に上昇し、それは底層付近にまでおよんでいた。

Fig. 3 および Fig. 4 に示すように、プランクトンの炭酸同化作用により pH 値および溶存酸素量は増加する。とくに pH 値は日中に底層付近まで急激に増加するが、夜間の対流にともなって全層で急激に減少する。溶存酸素は日中に6 m付近まで増加し、夜間の対流にともなって底層付近まで増加する。この時期では溶存酸素は底層付近で無酸素状態にな

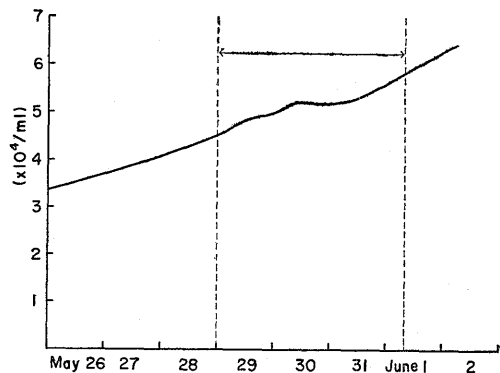


Fig. 1. Number of planktons in surface layers of Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968). (/ml)
←→ : investigation period

っていたが、対流が大きかった5月31日の早朝では無酸素状態が一時消滅した。また前述のごとく5月31日にプランクトン数が急激に増加したが、溶存酸素の値も急激に高くなっていた。

Fig. 5 に示すように、窒素源のうちアンモニア態窒素は6 m以浅にはほとんど存在しないが、それ以深では急激に増加し、底層付近に最大値をもつ。これに対し Fig. 6 および Fig. 7 に示すように、亜硝酸および硝酸態窒素の蓄積は認められず、断続的に全層にわたって急激に増加したり、減少したりする。これらの塩類の増加については、対流にともない底層域のアンモニア態窒素が表層域に拡散された後硝化される場合と、炭酸同化作用で生じた酸素が底層域へ拡散された後、底層域のアンモニア態窒素が硝化される場合とが考え

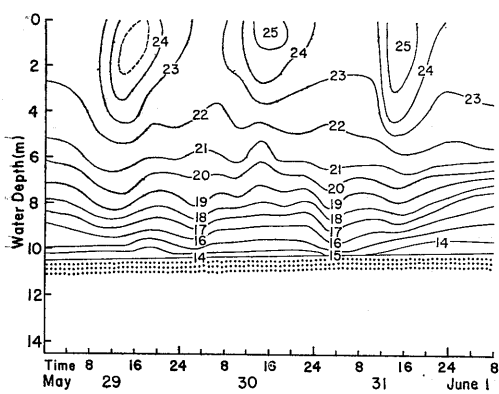


Fig. 2. Variation in vertical distribution of water temperature in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968) . (°C)

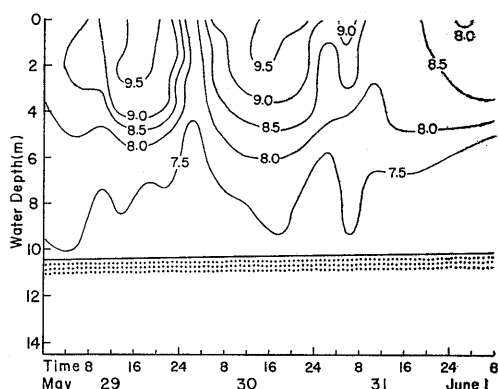


Fig. 3. Variation in vertical distribution of pH value in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968) .

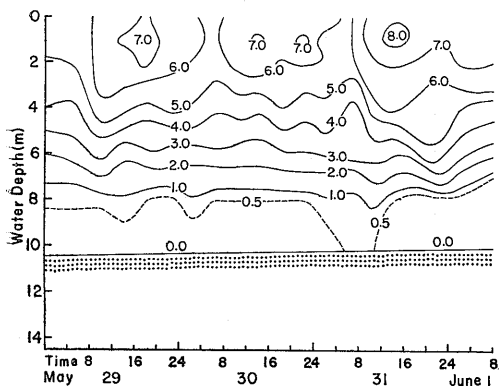


Fig. 4. variation in vertical distribution of dissolved oxygen in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968) . (ml/l)

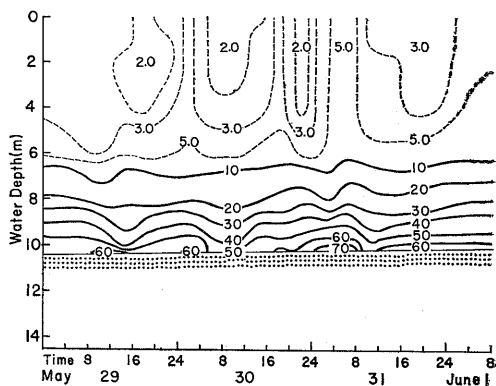


Fig. 5. Variation in vertical distribution of ammonia in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968) . (μ g-at N/l)

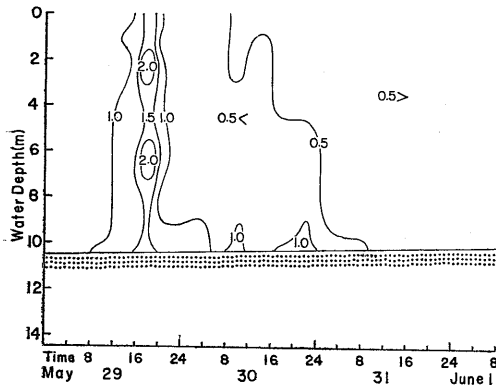


Fig. 6. Variation in vertical distribution of nitrite in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at N/l}$)

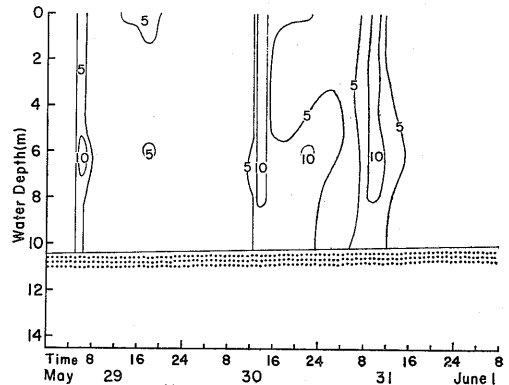


Fig. 7. Variation in vertical distribution of nitrate in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at N/l}$)

らる。すなわち、アンモニア態窒素は主として全層におよぶ対流が行なわれる早朝に6 m以深で増加し——前述したようにこの時刻では溶存酸素は6 m以深で増加——これに対し亜硝酸および硝酸態窒素は日中に全層で増加する。また硝酸態窒素の場合、8 m以浅と以深では増加の割合が異なり、前者の方が増加の割合が大きい。上述の傾向は大きな対流があった5月31日に顕著で、早朝にアンモニア態窒素が6 m以浅で急激に増加するが、その後急激に減少し、アンモニア態窒素に代わり硝酸態窒素が全層にわたって急激に増加した。このように亜硝酸および硝酸態窒素の急激な増加はアンモニア態窒素の硝化によるものと考えられる。またこの反応は短時間でな行なわれていることから見て、バクテリアの作用が考えられるがこれについては今後検討する必要がある。

Fig. 8 に示すように、この時期には磷酸塩は底層付近に非常に多く存在し、極大値は底層よりやや上層に存在する。これらは対流にともない表層域に拡散されるが、とくに対流が大きかった5月31日の早朝には底層付近の磷酸塩は急激に減少し、逆に表層域で急激に増加した。以後この値は減少するが、これは *Synedra* sp. および *Fragilaria* sp. の大量発生による消費と考えられる。

Fig. 9 に示すように、珪酸塩は深くなるにつれ徐々に増加し、とくに底層付近に多く存在している。これらは対流にもなって全層に拡散され、とくに5月31日はこの傾向が顕著で、底層域で急激に

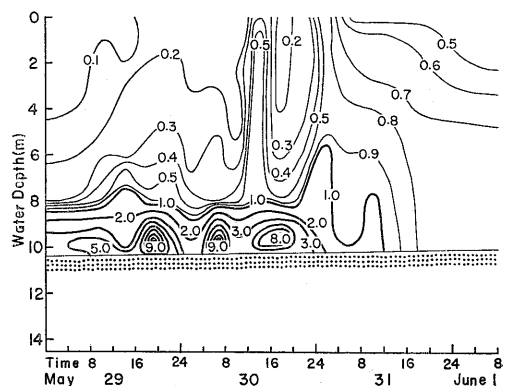


Fig. 8. Variation in vertical distribution of reactive phosphorus in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at P/l}$)

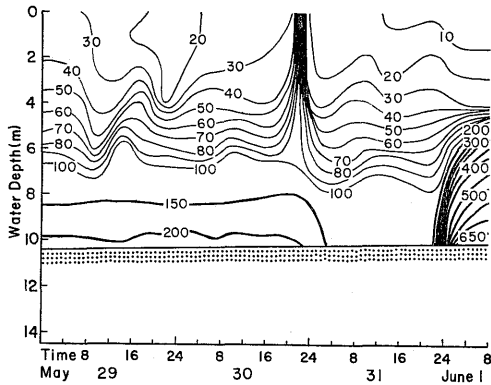


Fig. 9. Variation in vertical distribution of reactive silicate in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at Si/l}$)

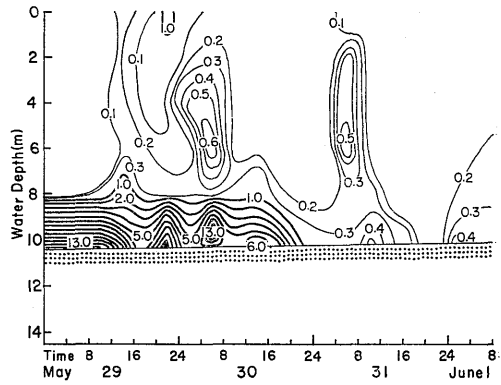


Fig. 10. Variation in vertical distribution of soluble iron in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at Fe/l}$)

減少し、表層域で急激に増加した。表層域では一時増加後、再び急激に減少しているが、これは *Synedra* sp. および *Fragilaria* sp. の大量発生によるものと考えられる。また6月1日に深層で急激に増加し、底層付近では $675 \mu\text{g-at Si/l}$ に達した。これはプランクトンの死後、ただちに分解され再び珪酸塩にかわったためと考えられる。

Fig.10に示すように、一般に可溶性鉄は表層域にはほとんど存在せず、底層付近にのみ豊富に存在している。しかし底層付近からの対流が行なわれる早朝では表層域にも存在する。とくに大きな対流があった5月31日には底層付近で急激に減少し、以浅で増加するが、とくに6m付近に最大値をもつ。拡散された可溶性鉄は数時間で消滅する。なお原水を数時間実験室中に放置しても量的にはほとんど変化が認められないことから考え、貯水池における鉄の急激な減少はプランクトンなどによる利用および生化学的酸化などが考えられ

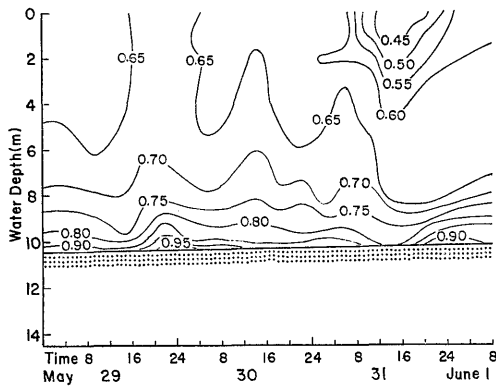


Fig. 11. Variation in vertical distribution of calcium in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968). (me/l)

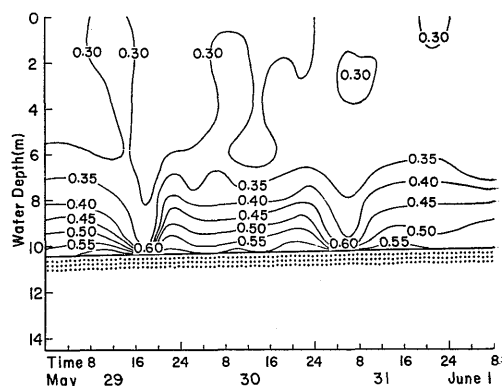


Fig. 12. Variation in vertical distribution of magnesium in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the incomplete summer stratification (1968). (me/l)

る。

Fig.11およびFig.12に示すように、カルシウムおよびマグネシウムは深くなるにつれ徐々に増加し、最大値を底層付近にもつ。対流にもなって全層に拡散されるが、表層と底層との量的差異が小さいため、表層域での増加はほとんど認められない。*Synedra* sp. および *Fragilaria* sp. が大量に発生した5月31日にはカルシウムは表層域で急激に減少しているがマグネシウムは変化が認められなかった。CHU⁴⁾および VOLLENWEIDER⁵⁾によると *Fragilaria* sp. の発生はカルシウムとマグネシウムが影響し合い、高濃度のカルシウムによって刺戟されることを報告し、また PROVASOLI ら⁶⁾は *Fragilaria Capucina* は M/D* 比が1.5以下のときカルシウムを撰択的に吸収することを述べている。カルシウムおよびマグネシウムとプランクトンの大量発生との関連性については今後さらに検討する必要がある。

2. 夏季完全停滞期における集中豪雨直後の水質とプランクトンとの関係

この時期は梅雨明けの直後にあたり、7月30日を境に晴天となったので31日から調査を開始した。

Fig.13に7月31日から8月7日にかけてのプランクトン数を、Fig.14~24に水温、pH値、溶存酸素、酸度、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、磷酸塩、珪酸塩、カルシウムおよびマグネシウムの垂直分布を示す。

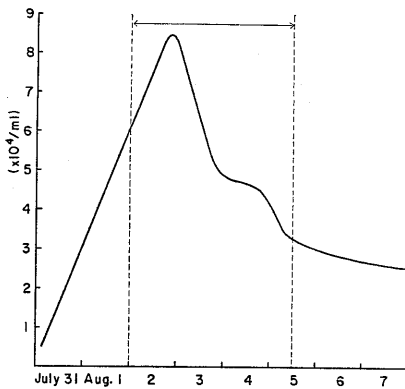


Fig. 13. Number of planktons in surface layers of Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). (/ml)
 ←→ : investigation period

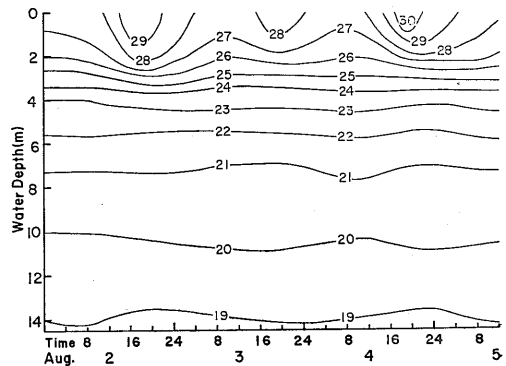


Fig. 14. Variation in vertical distribution of water temperature in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). (°C)

Fig.13に示すように、7月31日以降プランクトン数が急激に増加し、8月2日をピークとし以降急激に減少した。このときのプランクトンはほとんどすべて藍藻類の *Microcystis* sp. で、その極大値は 8.5×10^4 /ml であった。次に8月2日から5日にかけての水質を述べる。

* M : MONOVALENT D : DIVALENT

Fig.14に示すように、この期間では底層付近からの対流は認められず、3~4 m付近からの対流であった。

Fig.15に示すように、pH値は *Microcystis* sp. が単相化の状態が発生した8月2日では6 m層まで pH 値は上昇したが、発生が衰えた8月4日には4 m層付近までしか上昇しなかった。

Fig.16に示すように、溶存酸素は *Microcystis* sp. が大量に発生した8月2日はその値は非常に高く、表層域では9.0 ml/l以上であった。しかし4 m層ではその影響はなく、ほとんど一定となる。7 m層付近で一時急に高くなっているが、この理由は不明である。

Fig.17に示すように、酸度は非常に顕著な結果が出ている。すなわち8月2日の *Microcystis* sp. の大量発生後、その

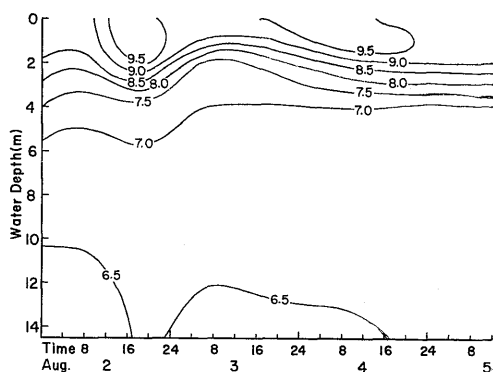


Fig. 15. Variation in vertical distribution of pH value in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968) .

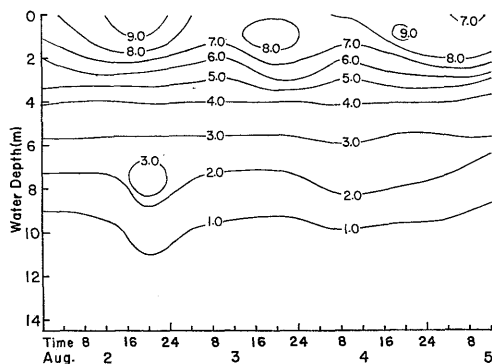


Fig. 16. Variation in vertical distribution of dissolved oxygen in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968) . (ml/l)

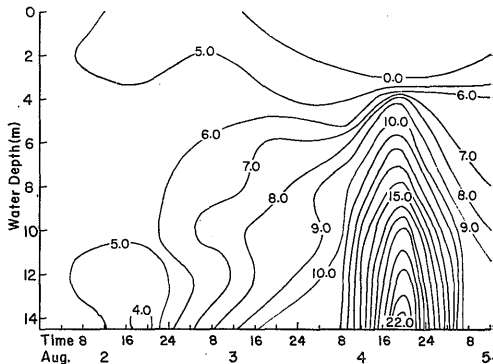


Fig. 17. Variation in vertical distribution of acidity in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968) . (ppm)

値は徐々に増加し、8月4日には急激に増加している。これは当日水温が急上昇したため、バクテリアによるプランクトンの分解が活発になったためと考えられる。

窒素源については Fig.18に示すように、アンモニア態窒素は夏季不完全停滞期では6 m以深では急激に多くなっていたが、集中豪雨直後では12m層以浅ではほとんど量的変化はなく、底層付近でも増加の割合が小さい。これに対し、Fig.19およびFig.20に示すように、亜硝酸および硝酸態窒素は夏季不完全停滞期にはほとんど存在しなかったが、降雨直後には全層に非常に多く存在し、硝酸態窒素の最大値は45.2 μ g-atN/lに達した。アンモニア態窒素は8月3日頃から4日にかけて8 m層付近で増加し、これに対し硝酸態窒素は減

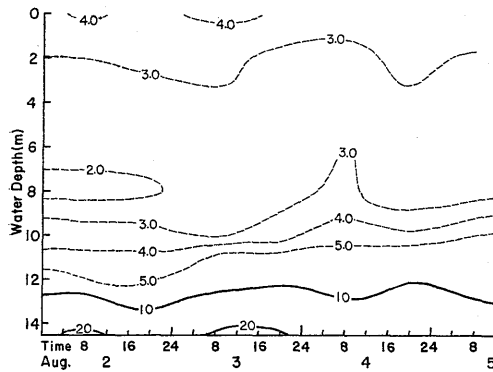


Fig. 18. Variation in vertical distribution of ammonia in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at N/l}$)

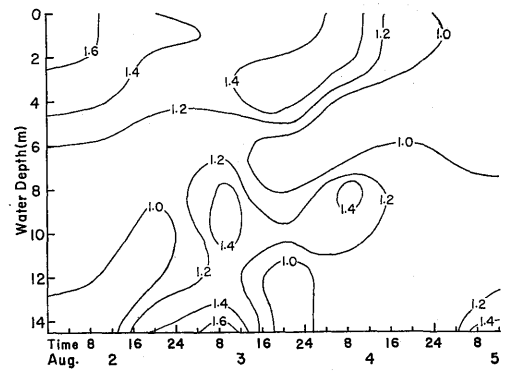


Fig. 19. Variation in vertical distribution of nitrite in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at N/l}$)

少し、とくに4日の早朝にこの傾向が著しかった。亜硝酸窒素は複雑な分布を示した。8月4日以降アンモニア態窒素は8m層付近で急激に減少するが、逆に硝酸態窒素は増加した。すなわち、8m層付近でアンモニア態窒素が硝酸態窒素に変化していた。これらの塩類は徐々に全層に拡散している。この傾向は8月4日から5日にかけて顕著であった。

Fig.21およびFig.22に示すように、磷酸塩および珪酸塩は夏季不完全停滞期に底層付近に多量存在していたが、降雨直後は底層付近での蓄積は認められず、全層にわたり多量存在していた。

Fig.23およびFig.24に示すように、カルシウムおよびマグネシウムは夏季不完全停滞期とほとんど変わりなく、むしろ減少している。このことは夏季不完全停滞期でもこれらの塩類は表層と底層との量的差異は余りなく、その上降雨により希釈されたものと考えられる。

すなわち、集中豪雨直後に全層で豊富に存在する塩類は、珪酸塩または磷酸塩のように夏季不完全停滞期に底層付近に多量存在するものおよび亜硝酸態窒素や硝酸態窒素のようにその供給源と考えられるアンモニア態窒素が底層付近に豊富に存在するものに限られている。すなわち、降雨直後に塩類が増加するということは前報¹⁾でも述べたように、大部分底層付近に蓄積された塩類に由来するものと考えられる。

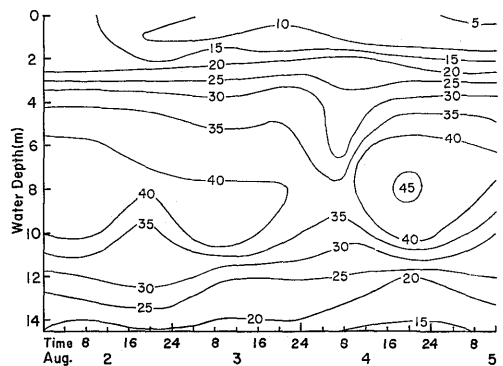


Fig. 20. Variation in vertical distribution of nitrate in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at N/l}$)

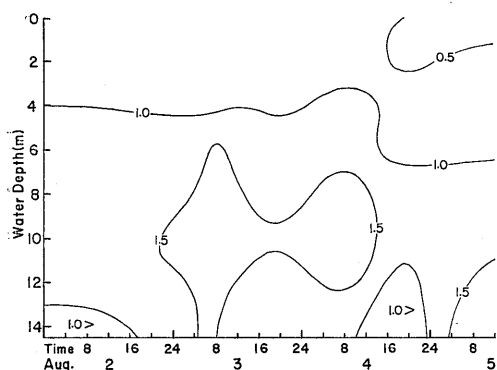


Fig. 21. Variation in vertical distribution of reactive phosphorus in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at P/l}$)

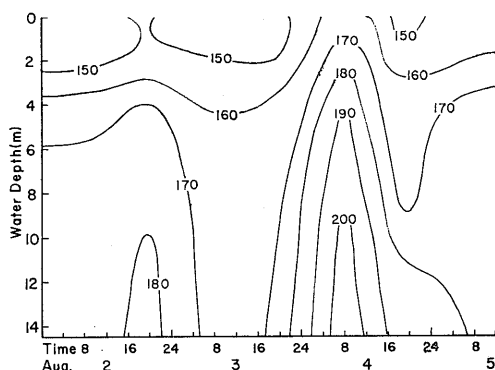


Fig. 22. Variation in vertical distribution of reactive silicate in Urakami Reservoir in Nagasaki city just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at Si/l}$)

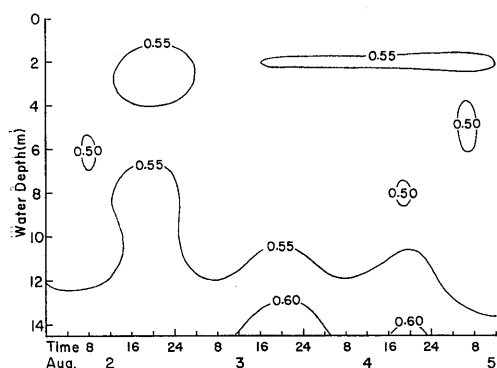


Fig. 23. Variation in vertical distribution of calcium in Urakami Reservoir in Nagasaki City just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). (me/l)

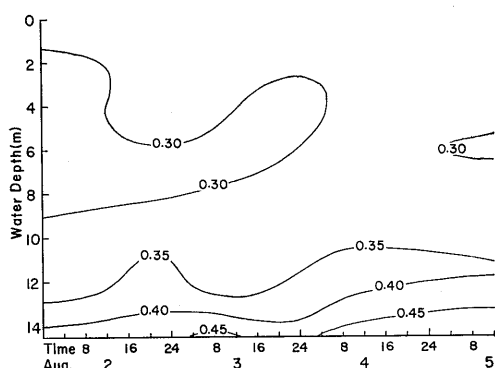


Fig. 24. Variation in vertical distribution of magnesium in Urakami Reservoir in Nagasaki city just after a heavy rain in the complete summer stratification (1968). (me/l)

3. 夏季完全停滞期の水質とプランクトンとの関係

Fig.25に8月16日から8月23日にかけてのプランクトン数を, Fig.26~Fig.38に水温, pH 値, 溶存酸素, 酸度, アンモニア態窒素, 亜硝酸態窒素, 硝酸態窒素, 磷酸塩, 珪酸塩, 可溶性鉄, カルシウム, マグネシウムおよび塩素イオンの垂直分布を示す。

Fig.25に示すように, プランクトン数は8月17日から18日にかけてピークが存在し, 以降減少傾向を示したが, 8月22日に再び急激に増加した。このときはほとんどすべてが緑藻類の *Chlorella* sp. で, その極大値は8月18日が約 $3.1 \times 10^5/\text{ml}$, 8月22日が約 $2.8 \times 10^5/\text{ml}$ であった。次に8月20日から23日にかけての水質について述べる。

Fig.26に示すように, 水温の躍層が6 m付近に存在し, 従って全層におよぶ大きな対流

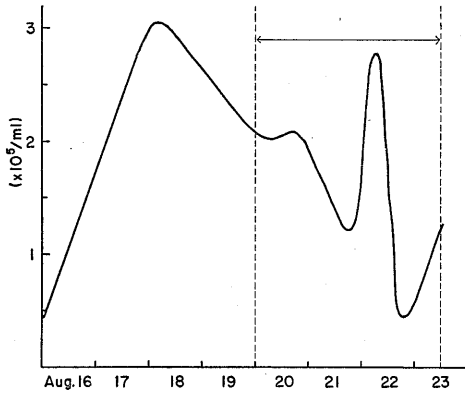


Fig. 25. Number of planktons in surface layers of Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). (/ml)
 ←→ : investigation period

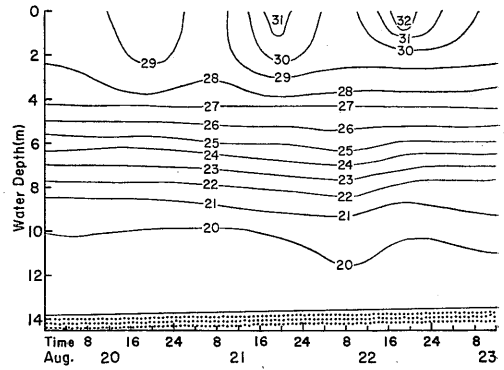


Fig. 26. Variation in vertical distribution of water temperature in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). (°C)

は見られない。8月20日以降、急激に表層水温は上昇し、これにともなう徐々に深層の水温も上昇している。このような急激な水温の上昇する時期には夏季完全停滞期でも躍層以深からの対流が行なわれるものと思われ、8月22日の早朝では底層近くからの対流が認められた。

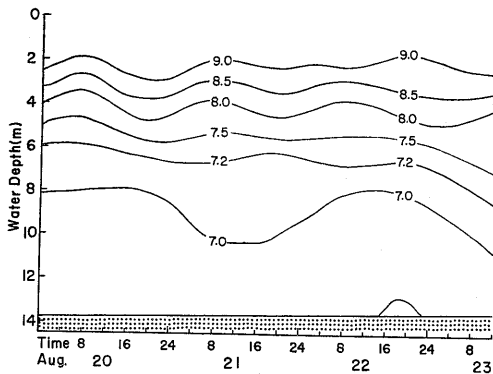


Fig. 27. Variation in vertical distribution of pH value in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968).

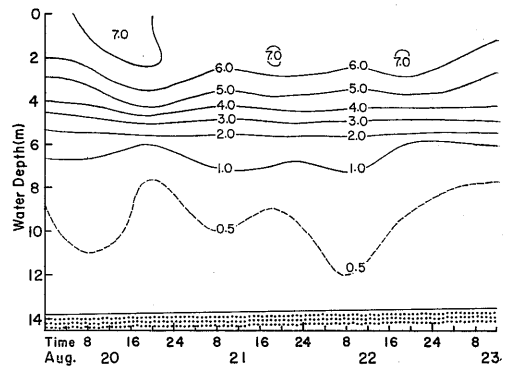


Fig. 28. Variation in vertical distribution of dissolved oxygen in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). (ml/l)

Fig. 27 に示すように、pH 値は 6 m 以深ではほとんど変動が認められないが、8月22日の早朝には深層からの対流が認められ、昼間ではプランクトンの発生にともない上昇している。

Fig. 28 に示すように、溶存酸素は 4 m 以深ではほとんど変動は認められないが、8月22日には底層付近にまで酸素が拡散していた。

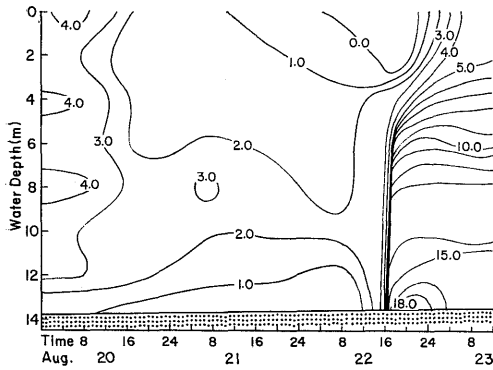


Fig. 29. Variation in vertical distribution of acidity in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). (ppm)

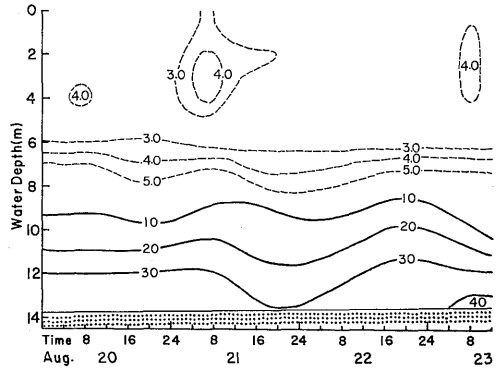


Fig. 30. Variation in vertical distribution of ammonia in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at N/l}$)

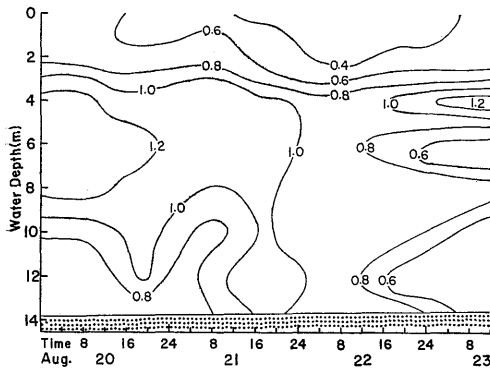


Fig. 31. Variation in vertical distribution of nitrite in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at N/l}$)

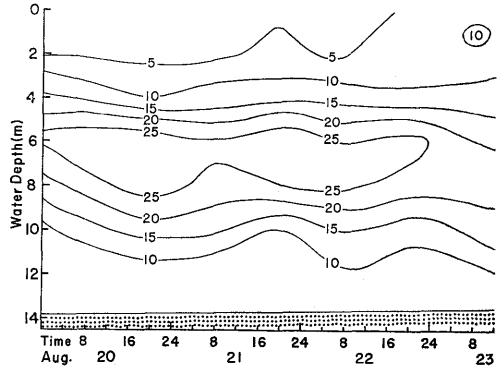


Fig. 32. Variation in vertical distribution of nitrate in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at N/l}$)

Fig.29に示すように、酸度は顕著な結果が認められ、8月22日の早朝では約1.0ppmであったが、当日の午後から23日にかけて急激に増加し、最大値は18.1ppmに達した。すなわち、*Chlorella* sp. の大量発生後、バクテリアによる分解が活発に行なわれたためと考えられる。このことはアンモニア態窒素の増加からも推察される。

Fig.30に示すように、窒素源のうちアンモニア態窒素は集中豪雨直後は底層付近までほとんど存在しなかったが、完全停滞期では再び底層付近で増加している。

Fig.31およびFig.32に示すように、深層からの対流が行なわれていると考えられる8月22日の早朝では亜硝酸態窒素は4m以深ではほとんど差がなく、均一になっていた。また硝酸態窒素は6m層付近で減少し、逆に6m以浅でも以深でも増加していた。すなわち対流が行なわれたためと考えられる。

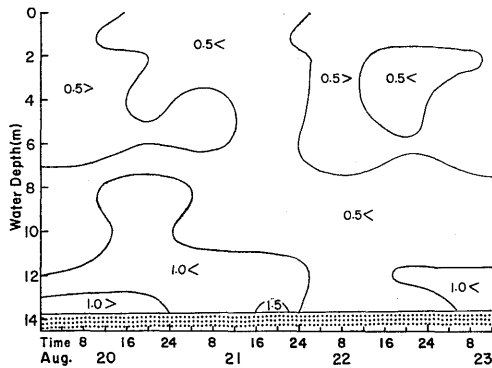


Fig. 33. Variation in vertical distribution of reactive phosphorus in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at P/l}$)

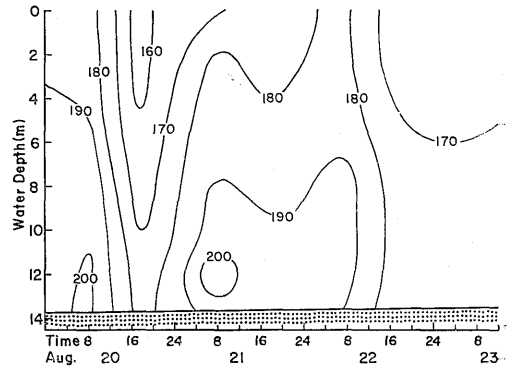


Fig. 34. Variation in vertical distribution of reactive silicate in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at Si/l}$)

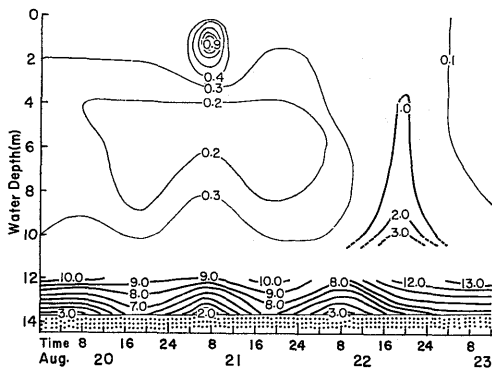


Fig. 35. Variation in vertical distribution of soluble iron in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). ($\mu\text{g-at Fe/l}$)

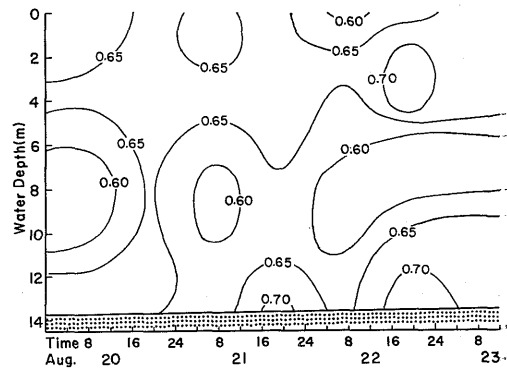


Fig. 36. Variation in vertical distribution of calcium in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). (me/l)

Fig.33およびFig.34に示すように、磷酸塩および珪酸塩においても8月22日の早朝では全層でほとんど差がなく均一になっていた。

Fig.35に示すように、可溶性鉄は対流にもなる顕著な変動が認められ、8月22日には全層でその値が急激に増加した。

Fig.36およびFig.37に示すように、カルシウムおよびマグネシウムはそれほど大きな変動は認められず、マグネシウムは底層付近で対流にもなる顕著な変動が認められた。

Fig.38に示すように、塩素イオンは *Chlorella* sp. の大量発生にもないその値は急激に減少した。このことは前報²⁾でも述べたように、塩素イオンとプランクトンの大量発生と関係があることも考えられ、今後検討したい。

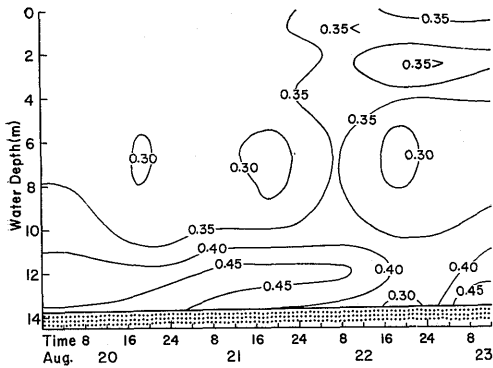


Fig. 37. Variation in vertical distribution of magnesium in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). (me/l)

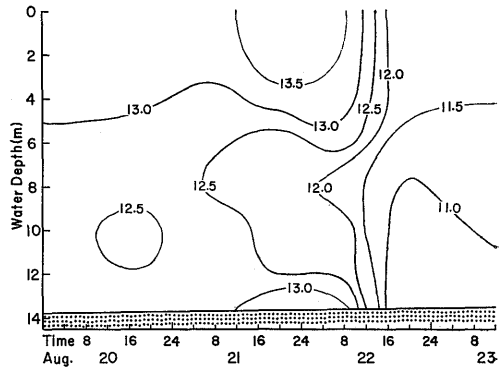


Fig. 38. Variation in vertical distribution of chlorinity in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the complete summer stratification (1968). (ppm)

4. 秋季全循環期における水質とプランクトンとの関係

Fig.39 に10月16日から19日にかけてのプランクトン数を, Fig.40~Fig.51 に水温, pH 値, 溶存酸素, 酸度, アンモニア態窒素, 亜硝酸態窒素, 硝酸態窒素, 燐酸塩, 珪酸塩, 可溶性鉄, カルシウムおよびマグネシウムの垂直分布を示す。

Fig.39に示すように, このときのプランクトン数は少なく, また優占も認められなかった。

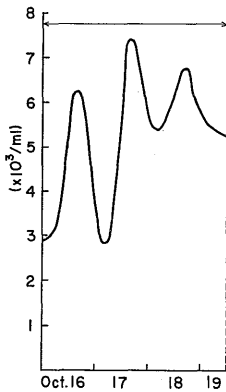


Fig. 39. Number of planktons in surface layers of Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968). (/ml)
←→ : investigation period

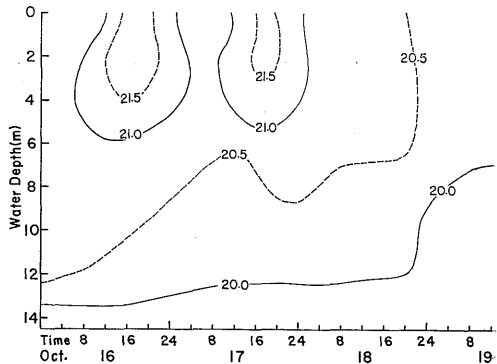


Fig. 40. Variation in vertical distribution of water temperature in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968). (°C)

Fig.40に示すように, 日中の水温は21.5°C前後で, 夜間には20°C前後となり, 10月18日から19日にかけては日射量は少なく, 全層は均様に約20°Cとなった。

Fig.41 および Fig.42に示すようにプランクトン数の減少により pH 値および溶存酸素量は低く, 10月19日には全層一様となり, pH 約7.2, 溶存酸素約4.0ml/l になった。

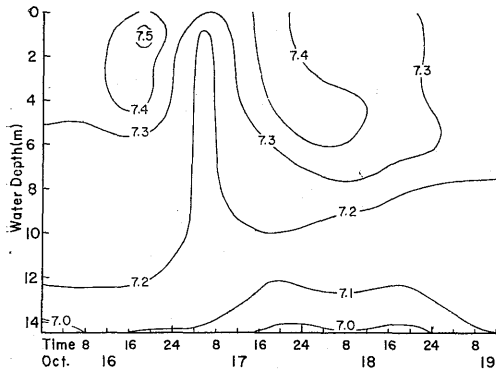


Fig. 41. Variation in vertical distribution of pH value in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968).

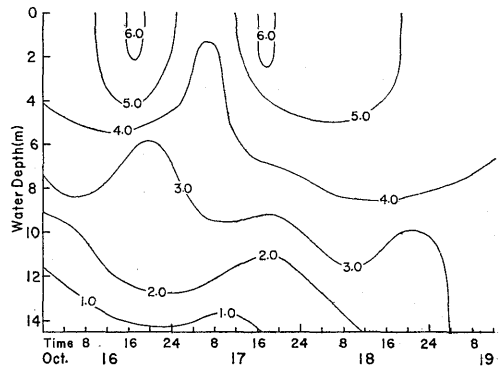


Fig. 42. Variation in vertical distribution of dissolved oxygen in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968). (ml/l)

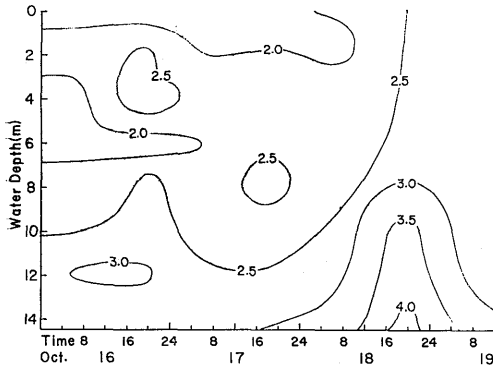


Fig. 43. Variation in vertical distribution of acidity in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968). (ppm)

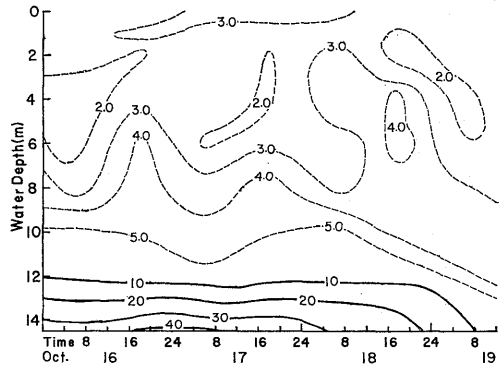


Fig. 44. Variation in vertical distribution of ammonia in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968). (μg-at N/l)

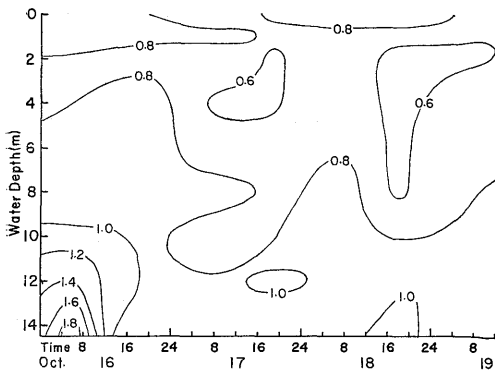


Fig. 45. Variation in vertical distribution of nitrite in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968). (μg-at N/l)

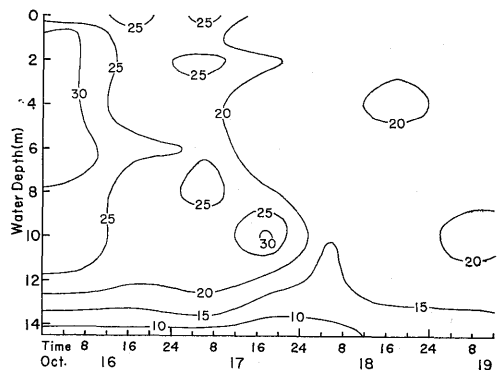


Fig. 46. Variation in vertical distribution of nitrate in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968). (μg-at N/l)

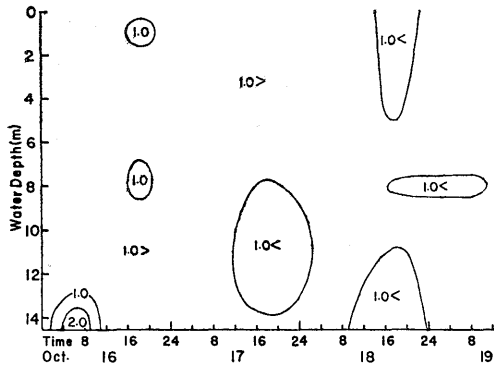


Fig. 47. Variation in vertical distribution of reactive phosphorus in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation(1968). ($\mu\text{g-at P/l}$)

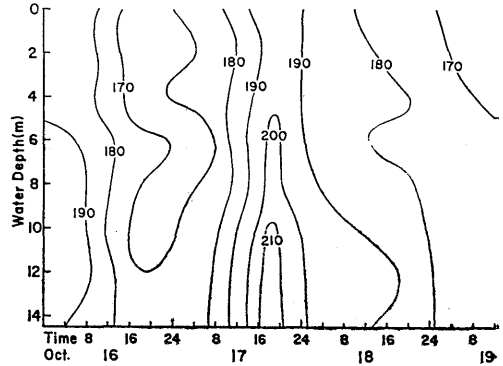


Fig. 48. Variation in vertical distribution of reactive silicate in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968) . ($\mu\text{g-at Si/l}$)

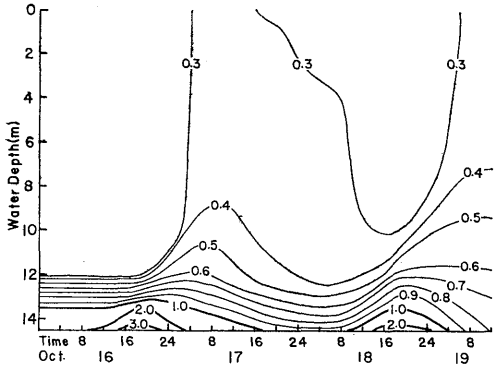


Fig. 49. Variation in vertical distribution of soluble iron₂ in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968) . ($\mu\text{g-at Fe/l}$)

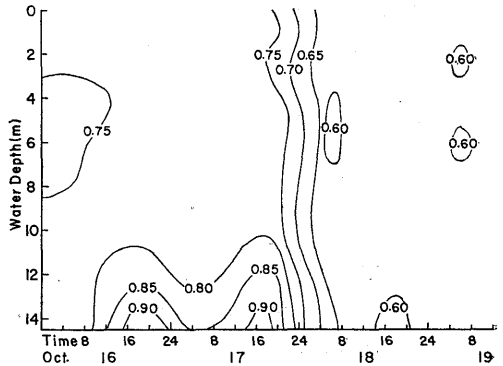


Fig. 50. Variation in vertical distribution of calcium in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968) . (me/l)

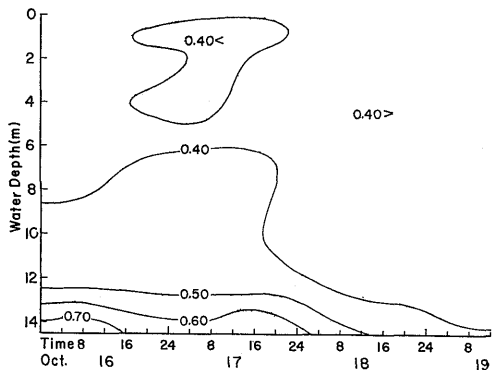


Fig. 51. Variation in vertical distribution of magnesium in Urakami Reservoir in Nagasaki City during the whole autumn circulation (1968) . (me/l)

その他の塩類も10月18日から19日にかけて全層一様になり、また底層付近からの対流および拡散により表層域にも豊富に存在した。

要 約

1968年の春季から秋季にかけて、長崎市浦上貯水池にてプランクトンの大量発生と水質との関係について調べ、次の結果を得た。

1) 夏季不完全停滯期に *Synedra* sp および *Fragilaria* sp が激増したか、このとき水温の日中変動にもなって各種の塩類が断続的に底層付近から拡散されていた。またこれらの発生にもなってカルノウムが急激に減少した。

2) 夏季完全停滯期における集中豪雨直後、日射量の増加にもなって *Microcystis* sp. が単相化の状態て大量に発生した。このとき全層で各種の塩類が豊富に存在していたか、これらは貯水池の底層付近に蓄積された塩類に由来することか推察された。

3) 夏季完全停滯期に *Chlorella* sp が単相化の状態て大量に発生したか、このときは全層におよぶ対流が認められ、これにもなって各種の塩類が底層付近から供給された。また *Chlorella* sp の発生により塩素イオンが急激に減少した。

4) 秋季全循環期に対流にもなって各種の塩類が底層付近から拡散されたか、プランクトンの大量発生は認められなかった。これは日射量が少なかったためと考えられる。

文 献

- 1) 森井・金津・福原 本誌, **27**, 39 (1969)
- 2) 森井・金津・福原 同上, **27**, 53 (1969)
- 3) P COLLINS and H DIEHL *J Mar Res*, **18**, 152 (1960)
- 4) CHU, S P *J Ecol*, **30**, 284 (1942)
- 5) VOLLENWEIDER, R A, *Schweiz Z Hydrol*, **12**, 194 (1950)
- 6) PROVASOLI, L, McLAUGHLIN, J J A, and PINTNER, I J *Trans N Y Acad Sci Ser II* **16**, 412 (1954)